

**Amplifier for piezoelectric force measuring appts. - is divided into feed voltage, charge amplifier, summation, and remote control modules**

Veröffentlichungsnr. (Sek.) DE4116826  
Veröffentlichungsdatum : 1991-12-05  
Erfinder : GIORGETTA MARIO (CH)  
Anmelder : KISTLER INSTRUMENTE AG (CH)  
Veröffentlichungsnummer : ☐ DE4116826  
Aktenzeichen:  
(EPIDOS-INPADOC-normiert) DE19914116826 19910523  
Prioritätsaktenzeichen:  
(EPIDOS-INPADOC-normiert) CH19900001841 19900531  
Klassifikationssymbol (IPC) : G01L1/16; H03F1/00; H03F3/70; H05K1/14; H05K5/00; H05K7/14  
Klassifikationssymbol (EC) : G01L1/16, H05K7/02B, H05K1/14D  
Korrespondierende Patentschriften ☐ CH681406

**Bibliographische Daten**

The amplifier assembly is divided into modules, i.e. feed voltage (5), a charge boost (L), range switch (B), a filter (F), a remote control (R) modules. The individual modules have coded solder terminals, enabling various pack combinations, as well as circuit board mounting systems to be formed.

Pref. all modules carry mounted components, permitting acceleration values of more than plus or minus 100g for incorporation into various sensor assemblies. If used in composite packs, they are directly mounted in piezo-electric force meters and embedded in suitable casting, without need for sensitive, power-insulated, external cables.

ADVANTAGE - Compact design, permitting use of conventional cables and plug connectors.

Daten aus der **esp@cenet** Datenbank - - I2



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 41 16 826 A 1**

⑳ Aktenzeichen: P 41 16 826.7  
㉑ Anmeldetag: 23. 5. 91  
㉒ Offenlegungstag: 5. 12. 91

㉓ Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**H 03 F 1/00**  
H 03 F 3/70  
H 05 K 1/14  
H 05 K 5/00  
H 05 K 7/14  
G 01 L 1/16

DE 41 16 826 A 1

㉔ Unionspriorität: ㉕ ㉖ ㉗  
31.05.90 CH 841/90

㉘ Anmelder:  
Kistler Instrumente AG, Winterthur, CH

㉙ Vertreter:  
Schmidt, H., Dipl.-Ing. Dr.-Ing., Pat.-Anw., 8000  
München

㉚ Erfinder:  
Giorgetta, Mario, Winterthur, CH

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

㉛ Ladungsverstärker-Anordnung

㉜ Eine Ladungsverstärker-Anordnung, insbesondere für piezoelektrische Kraftmeßeinrichtungen, zeichnet sich durch eine Aufteilung in einzelne Moduln, z. B. einen Speisespannungsmodul S, Ladungsverstärkermodul L, Bereichsumschaltmodul B, Filtermodul F, Fernsteuer- und Reglermodul R und ggf. weiterer Moduln, aus. Jeder Modul weist kodierte Lötanschlüsse auf, die es gestatten, Kombinationssysteme verschiedener Moduln paketweise in Huckepack- oder Flächenanordnung auf Printkarten zusammenzustellen, um ein Optimum an Raumausnutzung zu erhalten.



DE 41 16 826 A 1

In der Piezomeßtechnik werden Sensoren auf Quarz-  
basis verwendet, die eine der zu messenden mechanischen Größe proportionale Ladung abgeben. Die Umwandlung dieser Ladung in eine für die weitere Signalverarbeitung erforderliche Spannung oder in einen Strom geschieht mittels eines sog. Ladungsverstärkers. Solche Ladungsverstärker sind seit über zwanzig Jahren erfolgreich in Anwendung. Für Laboranwendungen sind dies elektronische Geräte, die eine Reihe von Zusatzfunktionen in einem universellen Gerät vereinigen. So können verschiedene Ladungs-Bereiche von 10 pC-1 µC eingestellt werden um standardisierten Spannungsausgang von z. B. 0 ... 10 V oder Current Loop 0 ... 20 mA etc. zu erhalten. Ferner können verschiedene Eingangs- und Ausgangsfilter eingestellt werden etc. Handelsübliche Geräte dieser Art weisen ein Volumen von 1 - 2 dm<sup>3</sup> auf und Gewichte von über 1 kg.

Für industrielle Anwendungen sind vereinfachte und voll wasserdichte Geräte im Handel, die wohl wesentlich kleiner und leichter, jedoch immer noch zu groß sind, um in industriellen Sensoren direkt eingebaut zu werden.

Ebenfalls seit über zwanzig Jahren sind Impedanzwandler in Hybridtechnik auf dem Markt, die vor allem in piezoelektrischen Beschleunigungsaufnehmern Anwendung gefunden haben und nur dynamische Signale übertragen können. Unter der Handelsmarke "Piezotron" sind solche Geräte in der Fachliteratur beschrieben worden.

Für die piezoelektrische Kraftmessung, wo zwecks statischer Kalibriermöglichkeit quasistatischer Meßbetrieb sowie die Möglichkeit zur Nullung des Meßwertes Voraussetzung sind, können derartige Impedanzwandler nicht verwendet werden.

Ziel der Erfindung ist es deshalb, Ladungsverstärker in Hybridform soweit zu verkleinern, daß sie vor allem in piezoelektrische Kraftsensoren eingebaut werden können. Damit sind hochisolierende Kabelverbindungen zwischen Sensor und Ladungsverstärker nach außen nicht mehr nötig; es können normale, billige Kabel und Stecker verwendet werden. Vor allem in industriellen Anwendungen haben sich die hochisolierenden Kabelverbindungen und deren Stecker als störanfällige und teure Komponenten erwiesen.

Die Lösung der Aufgabe, die komplexe Schaltungsanordnung der handelsüblichen Ladungsverstärker zu verkleinern besteht nun erfindungsgemäß in der Auflösung der Gesamtschaltung in einzelne Module in Hybridtechnik, die auf einfache Weise für die verschiedensten industriellen Anforderungen zusammengestellt und geschaltet werden können und immer noch eine sehr kompakte Bauform bieten, welche den Einbau in Kraftsensoren möglich macht.

Erfindungsgemäß wird die Ladungsverstärkungsschaltung aufgeteilt in:

Speisespannungsmodul S,  
Ladungsverstärkermodule L,  
Bereichsumschaltermodule B,  
Filtermodule F,  
Fernsteuermodule etc. R.

Alle diese Module können z. B. in Hybridtechnik auf Keramik Substraten aufgebaut werden, z. B. in der Standardgröße 0.5 inch/1.5 inch bei einer Bauhöhe von ca. 3 mm. Es sind aber auch andere Techniken möglich.

Auf Details der Schaltungstechnik soll nicht näher eingegangen werden, da solche Schaltungen in der Fachliteratur bekannt gemacht wurden.

Erfindungsgemäß von Bedeutung ist die Schaltungsunterteilung auf verschiedene Module, deren Verbindungs-Anordnungen und deren Kombinationsmöglichkeiten unter Wahrung der kompaktesten Einbauform. Das modulare Prinzip mit den erfindungsgemäßen Verbindungselementen, die so angeordnet sind, daß sie stapelbar im Huckepacksystem auf geringsten Komponentenabstand ausgerichtet sind, ergibt ein Minimalpaket, das z. B. direkt mit den Elektroden der piezoelektrischen Sensoren verbunden mit in das Sensorgehäuse integriert werden kann. Das Modular-System kann aber auch auf Standard-Printkarte flächenweise angeordnet werden. Der Gedanke der Erfindung soll an den folgenden Figuren erläutert werden:

Fig. 1 zeigt ein Ladungsverstärkermodule als Beispiel,

Fig. 2 zeigt ein Beispiel der Verbindungstechnik zweier Module,

Fig. 3 zeigt ein weiteres Beispiel der Verbindungstechnik dreier Module,

Fig. 4 zeigt ein weiteres Beispiel der Verbindungstechnik dreier Module,

Fig. 5 zeigt ein Beispiel eines Speisespannungsmoduls S,

Fig. 6 zeigt ein Beispiel eines Ladungsverstärkermoduls L,

Fig. 7 zeigt ein Beispiel eines Bereichsumschaltermoduls B,

Fig. 8 zeigt ein Beispiel eines Filtermoduls F,

Fig. 9 zeigt ein Beispiel eines Fernsteuermoduls R,

Fig. 10 zeigt eine Huckepack-Gruppe für eine Einkanal-Anordnung,

Fig. 11 zeigt eine Huckepack-Anordnung für eine 3-Kanal-Anordnung,

Fig. 12 zeigt eine Huckepack-Anordnung für eine komplexe ferngesteuerte 1-Kanal-Anordnung,

Fig. 13 zeigt eine Steckkarte mit montierten Modulen,

Fig. 14 zeigt eine dichte industrielle Version von auf Printkarte angeordneten Modulen.

Fig. 1 zeigt ein erfindungsgemäßes Ladungsverstärkermodule mit den Anschlußkontakten. Es besteht aus dem Keramiksubstrat 1, auf dem die Halbleiter, Widerstände und Kapazitäten nach bekannter Bauart angeordnet, aber nicht gezeigt sind. Lediglich die Auflötungskomponenten 2 sind skizziert.

Von Bedeutung sind die Anordnungen der Lötkontakte 3, die sowohl Montage der Module auf normaler Elektronik-Printkarte ermöglicht, wie auch Anordnungen in Huckepack gestatten.

Fig. 2 zeigt ein Detail der Verbindungstechnik von zwei Modulen in Huckepack-Anordnung. Die Anschlußstellen auf dem Keramiksubstrat 1 sind mit Kontaktklammern 4 verlötet, die je nach Anwendung mit verschieden langen Kontaktstäbchen 5 verbunden sind. Je nachdem ob Mehrfach-Huckepack-Anordnung vorgesehen ist, können die Kontaktstäbchen 5 durch Kürzen angepaßt werden.

Fig. 3 zeigt eine Huckepackvariante mit handelsüblichen Kontaktelementen 7. Diese sind mit Kontaktschlitzen 6 versehen, die mit den Kontaktelementen 7 verlötet werden.

Fig. 4 zeigt eine weitere Huckepackvariante, deren Kontaktklammer 4 mit Kontaktösen 10 verbunden sind, die mit Kontaktstiften 11 versehen sind.

Die Fig. 5-9 zeigen eine Modulsammlung von Elementen, die alle um den Hauptbaustein, den Ladungs-

verstärker Fig. 1 und Fig. 6 angeordnet und alle von gleicher Größe sind. Fig. 5 zeigt den Speisemodul S, der in der Lage ist, von einer unipolaren, unstabilisierten Eingangs-Spannung eine Reihe von Ladungsverstärkermodule L und Zubehörmodulen B, F, R mit der erforderlichen stabilisierten bipolaren Speisespannung zu versorgen. Vorzugsweise an zwei Endflächen sind die Lötanschlüsse 12, 13 angebracht, die nach einem codierten System so angeordnet sind, daß Huckepacksysteme nach ausgewählten Anordnungen möglich wird.

Fig. 6 zeigt das Ladungsverstärkermodule L, welches den Kern der Module darstellt. Die Lötanschlüsse 12, 13 sind wiederum so codiert, daß einfache Huckepackanordnungen möglich werden.

Fig. 7 zeigt ein Bereichs-Umschaltemodul B mit passender Anordnung der Lötanschlüsse.

Fig. 8 zeigt ein Filtermodul F wiederum mit passender Anordnung der Lötanschlüsse.

Fig. 9 zeigt ein Fernsteuer-Reguliermodul R wiederum mit passender codierter Anordnung der Lötanschlüsse.

Fig. 10 zeigt eine Huckepack-Anordnung bestehend aus einem Speisemodul S und einem Ladungsverstärkermodule L komplett elektrisch verbunden für eine Einkanal-Anordnung.

Fig. 11 zeigt eine Huckepack-Anordnung bestehend aus einem Speisespannungsmodul S und drei Ladungsverstärkermodule L für eine Dreikanal-Anordnung.

Fig. 12 zeigt eine Huckepack-Anordnung bestehend aus Speisespannungsmodul S, Ladungsverstärkermodule L, Filtermodul F und Fernsteuermodul R.

Verschiedene andere Kombinationen können in Betracht gezogen werden. Sie müssen jedoch abgestimmt werden mit dem Codierschlüssel der Lötanschlüsse 12, 13.

Fig. 13 zeigt die Flächenvariante, wie die Module LLS auf normale Printkarte 15 aufgelötet sind. Die Frontplatte 14 ist dazu mit den notwendigen Steuertasten versehen und das andere Printkartenende mit dem Normstecker 16.

Fig. 14 zeigt eine industrielle Variante bestehend aus Gehäuse 17, Deckel 18, öl- und wasserdichten Anschlüssen 19 und einer Printkarte 15, auf welcher als Beispiele die Module L, S aufgelötet sind. In solchen Kästchen können die Module auch in Huckepack-Anordnung eingesetzt und vergossen werden.

Das Modulkonzept, das um den Ladungsverstärkermodule herum entwickelt wurde, ergibt durch die codierten Lötanschlüsse 12, 13 neue Einbau-Möglichkeiten, solche im Huckepacksystem, wie auch im Flächenanordnungssystem.

Es sind als Beispiel fünf Moduleinheiten gezeigt, die sich aber erweitern lassen.

Das Huckepacksystem verlangt ein intelligentes Querverbindungssystem, das sich den verschiedenen Kombinationen entsprechend anpassen läßt. Bei geeigneter Codierung der Lötanschlüsse auf den einzelnen Modulen, lassen sich die wichtigen Kombinationen mit geraden Kontaktstiften 11 realisieren. In seltenen Fällen müssen diese abgewinkelt werden.

Durch die Verwendung von beschleunigungsfesten Komponenten bis mind.  $\pm 100$  g gestattet die Erfindung erstmals Einbau von Ladungsverstärkeranordnungen direkt in die verschiedensten Typen von Kraftsensoren, wo sie direkt eingegossen werden können.

Damit sind wegweisend neue Sensor-Verstärker-Kombinationen der piezoelektrischen Kraftmessung möglich geworden. Solche erfindungsgemäßen Kombi-

nationen sind preisgünstiger und betriebssicherer als frühere Anordnungen.

Zusätzliche Maßnahmen wie Verwendung von Komponenten, die Temperaturen bis  $100^{\circ}\text{C}$  ertragen, sowie Glasabdeckungen aller hochisolierenden Leiterpfade sowie Anordnung derselben, daß keine Streuspannungen durch Induktion entstehen, sind weitere Schritte zur Unterbringung der erfindungsgemäßen Ladungsverstärker-Anordnung im Sensor direkt.

Erfindungsgemäß wird erstmals ein Hybridmodulsystem beschrieben, das die verschiedenen Zusatzfunktionen handelsüblicher Ladungsverstärker in Einzelmodule gleicher Größe unterteilt. Damit diese Einzelmodule zu verschiedenen Einheitspaketen in Huckepackform zusammengebaut werden können, sind die Lötanschlüsse 12, 13 nach einem codierten System angeordnet, welches einfache Querverbindungen der Huckepack-Anordnungen ermöglicht.

Mit solchen Anordnungen lassen sich hohe Packungsdichte erreichen. Unter Verwendung von beschleunigungsfesten Komponenten, die hohen Temperaturen widerstehen können, sind solche Modulpakete erstmals direkt in Kraftmeß-Sensoren einbaubar.

Die erfindungsgemäßen Hybridmodule lassen sich jedoch auch auf bekannte Weise auf Printkarten 15 montieren, wodurch sich ein breiter Anwendungsbereich des erfindungsgemäßen Hybridmodulsystems ergibt.

#### Patentansprüche

1. Verstärkeranordnung, insbesondere für piezoelektrische Kraftmeßanordnungen, gekennzeichnet durch Aufteilung in Module, wie eines Speisespannungsmoduls S, Ladungsverstärkermodule L, Bereichsumschaltmoduls B, Filtermoduls F, Fernsteuer- und Reglermoduls R und weiteren Modulen, wobei die einzelnen Module codierte Lötanschlüsse (12, 13) enthalten, die es gestatten, Kombinationssysteme verschiedener Module paketweise sowohl im Huckepacksystem, wie auch im Flächenanordnungssystem auf Printkarten zusammenzustellen, um ein Optimum an Raumausnutzung zu erzielen.
2. Verstärkeranordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß alle Module mit Komponenten bestückt sind, die Beschleunigungswerte von mind.  $\pm 100$  g zulassen und somit in verschiedensten Sensoranordnungen einbaubar sind.
3. Verstärkeranordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Huckepacksystem direkt in piezoelektrische Kraftmeßanordnungen eingebaut und vergossen wird, wodurch empfindliche, hochisolierende Kabel außerhalb des Kraftsensors vermieden werden und durch Normkabel ersetzt werden können.
4. Verstärkeranordnung nach Ansprüchen 1, 2 und 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Modulanordnungen mit Komponenten bestückt sind, die mind.  $100^{\circ}\text{C}$  Dauertemperatur unbeschadet überstehen können.
5. Verstärkeranordnung nach Ansprüchen 1, 2, 3 und 4, dadurch gekennzeichnet, daß die hochisolierenden Leiterpfade der Modulanordnungen mit hochisolierendem Glas abgedeckt und gegen Streuspannungen geschützt sind.

Fig 1

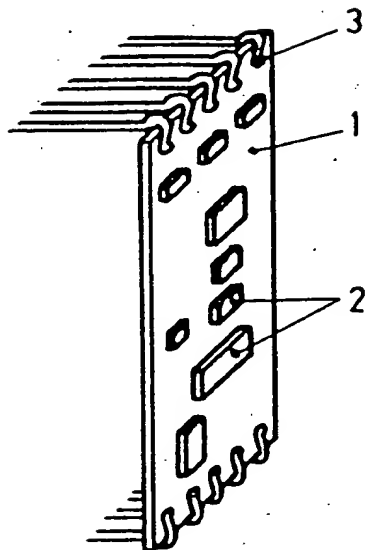


Fig 2

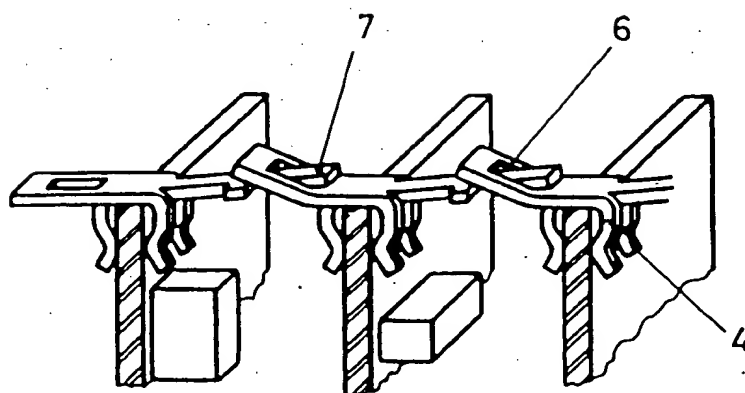
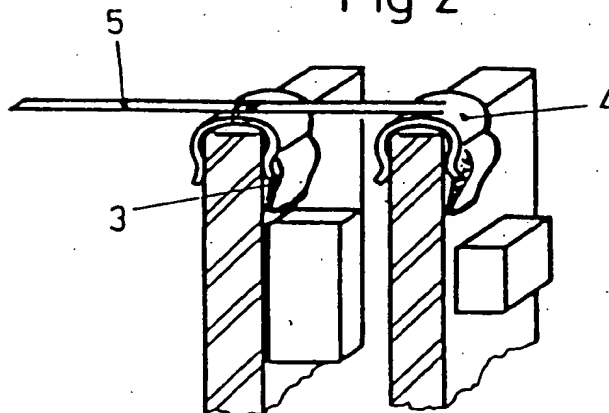


Fig 3

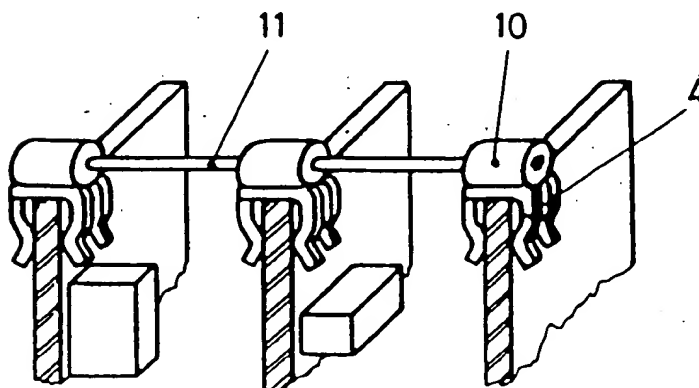


Fig 4

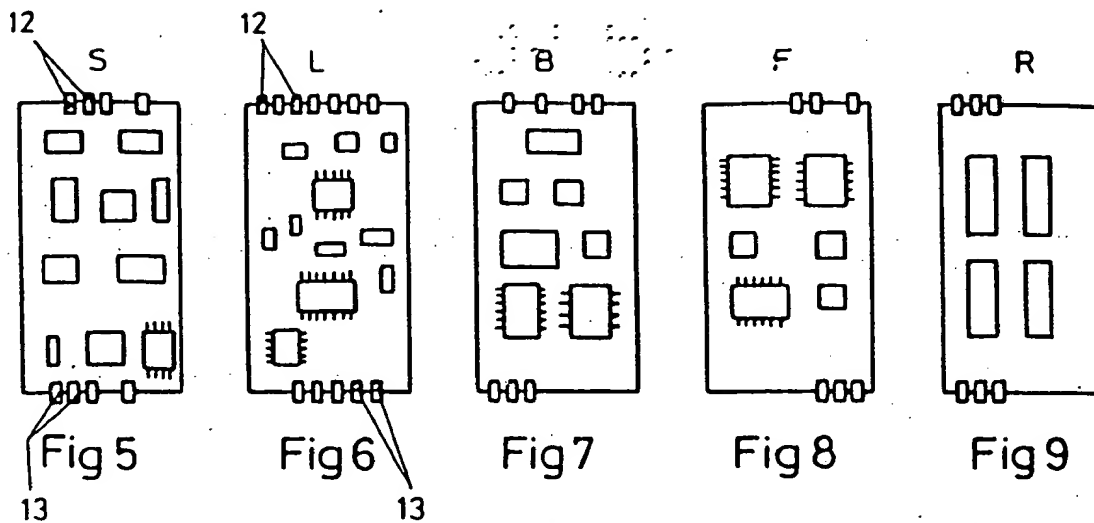


Fig 10



Fig 11



Fig 12

